V CONGRESO GEOLOGICO CHILENO

Santiago, 8 - 12 Agosto de 1988

Departamento de Geología y Geofísica
Universidad de Chile

TOMO I B 489 – B 502

GEOLOGIA DEL PALEO PLACER DE MARGA-MARGA, QUILPUE

Andrés Dávila Díaz (''), Gloria Valenzuela Bermúdez ('') y Manuel Ossa Errázuriz ('').

('') Departamento de Minas, Area de Geología, Universidad de Santiago de Chile. Avenida Sur 3469, Santiago.

('''') Prochile. Avenida Pedro de Valdivia 0193, Santiago.

RESUMEN

Los placeres auríferos del estero Marga-Marga de la Región de Valparaíso, siempre se han desarrollado en un tramo de 8 a 10 Km. aguas arriba del citado estero, medidos desde la confluencia de este con el estero Quilpué, a partir del cual y hacia el oeste, conforman el estero Viña. Hechos como la explotación prácticamente ininterrumpida de los lavaderos desde el tiempo de los españoles en 1542, o sea, alrededor de 450 años, la disminución de la producción de oro hacia fines del período octubre-abril, que corresponde al de mayor actividad, y, la noticia de restos de flora fósil hallados en el área de Quilpué, motivaron a los autores a obtener información geológica en relación con el origen del oro presente en los placeres del estero.

Este trabajo aporta antecedentes geológicos regionales y locales que permiten concluir que el oro que se ha extraído y se extrae desde el estero, proviene de la destrucción de un paleo placer ubicado en las terrazas adyacentes a las localidades de Quilpué y Villa Alemana. Además, se intenta reconstruir el ambiente de depositación de las terrazas, en las que se desarrollan actualmente los lavaderos denominados Los Perales, Pompeyas y Villa Olímpica, cuyo estudio constituye el objetivo de este trabajo .

INTRODUCCION

Los placeres auríferos de Marga-Marga cercanos a la localidad de Quilpué, se desarrollan actualmente como depósitos aluviales en el cauce del estero y en los sedimentos subyacentes a la terraza de Quilpué, los que descansan en discordancia de erosión sobre un basamento granítico-metamórfico, constituyendo un paleo placer (Ossa, M., 1987), que ha sido explotado en los últimos años como consecuencia del Plan Aurífero Nacional.

Los antecedentes que aporta este trabajo, se refieren al paleoplacer de la terraza que se ubica entre Quilpué y el citado estero (Fig. 1).

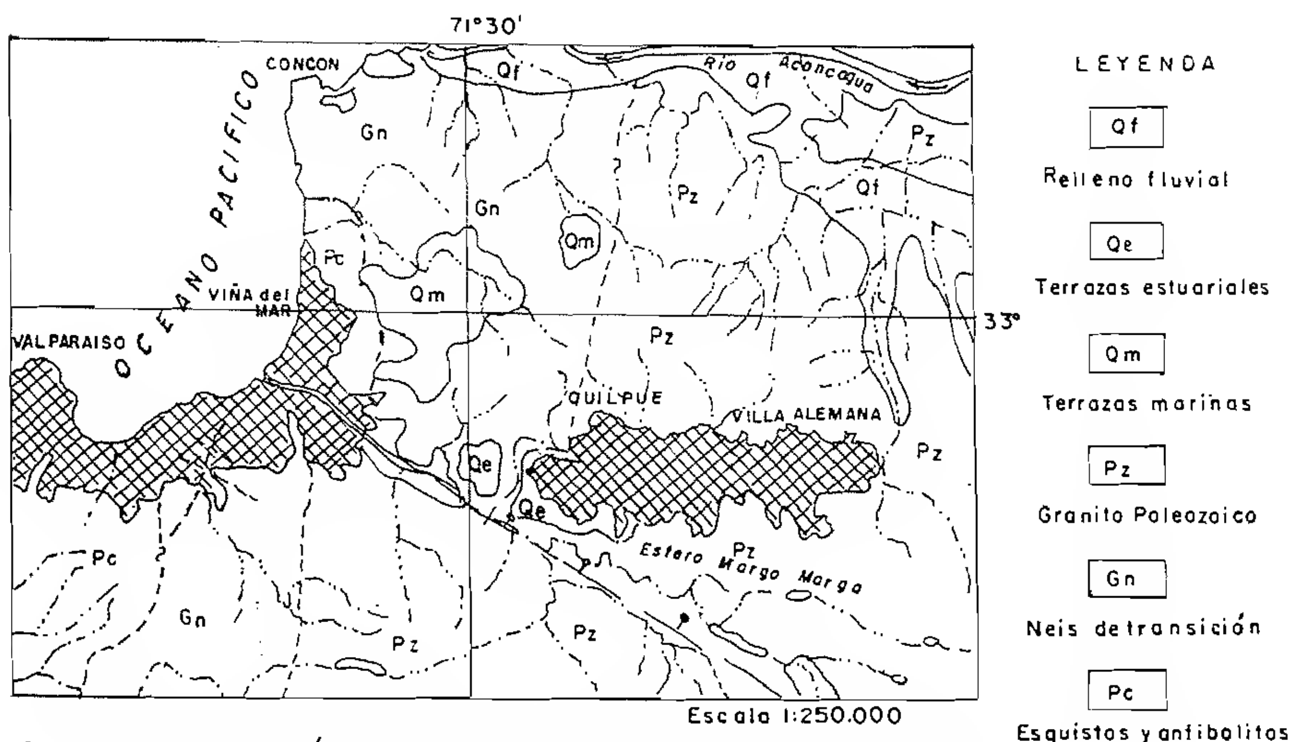


Fig. 1.- Marco geológico regional. Compilado de H. Thomas (1958) L. Alvarez (1964) y J. Carvalán-A. Dávila (1964).

El paleo placer es explotado en los lavaderos Los Perales, Pompeyas Este y Oeste y Villa Olímpica, en los que se trabajan extratos de gravas basales de la secuencia, mediante canteras y labores subterráneas, obteniendo el oro por lavado en canaletas artesanales, que permiten recuperar tamaños superiores a 0.25 mm, desechando las fracciones menores, que habría que considerar conjun-

tamente con oro fino detectado en los sedimentos superpuestos a las gravas basales.

MARCO GEOLOGICO REGIONAL

El marco geológico regional para el área de la localidad de Quilpué, en la que se ubican los lavaderos considerados en este trabajo, está definido en base a los trabajos de H. Thomas (1958), J. Corvalán y A. Dávila (1964), L. Alvarez (1964) y M. Ossa (1987), quedando constituido por las siguientes unidades (Fig. 1).

- Depósitos de terrazas estuariales de probable edad Pleistoceno (Alvarez, L., op cit), que serían sincrónicos con la depositación de sedimentos marinos reconocidos entre las localidades de Viña del Mar, Reñaca y El Colmo (Alvarez, L., op cit); los depósitos estuariales están constituidos por estratos pobremente cementados de conglomerados de bolones y arcillas, predominando los sedimentos del tipo arena.

  Según Alvarez L. (op cit), los depósitos de terrazas estuariales en el área de Quilpué sobreyacen con discordancia de erosión a rocas plutónicas de probable edad Paleozoica y en el sector del Jardín Botánico Barrio Miraflores, a rocas metamórficas que asigna al Pre-cámbrico (?)

- Rocas plutónicas que afloran expuestas a erosión al sur del estero Marga-Marga y al norte del estero Quilpué, correspondiendo a un complejo que varía de diorita a granito, siendo de ocurrencia más frecuente una granodiorita de anfíbola y biotita; este cuerpo plutónico incluye sectores de gabro, como el que aflora en el camino entre Paso Hondo y el Jardín Botánico de CONAF al poniente de Quilpué (Ossa, M. op cit). En el área del estero Marga-Marga y al sur-este de la ciudad el cuerpo plutónico corresponde granodiorita de anfíbola, observándose un granito de biotita, muy alterado, debajo de los lavaderos citados, constituyendo la roca basal o circa de ellos.

- Neis de transición o roca metamórfica de alto grado, producto de la intrusión del plutón antes mencionado (Alvarez, L., op cit), unidad que

aflora al norte del estero Quilpué, subyaciendo parcialmente a los depósitos estuariales en el sector Paso Hondo-Jardín Botánico y con gran desarrollo al norte de esta última, hasta el río Aconcagua entre las localidades de El Colmo y Concón (Fig. 1).

- Relleno fluvial y coluvio que corresponde al material detrítico depositado en el lecho de esteros y quebradas y en las laderas de los cerros cercanos a ellos, cuya potencia se estima no es significativa debido a lo estrecho y desgaste erosivo de los cerros y valles.

  Las unidades geológicas antes descritas, se encuentran afectadas por estructuras del tipo falla, de las que vale destacar la llamada falla Marga-Marga, cuya traza desde la confluencia de los esteros Las Palmas y Marga-Marga, coincide hacia el poniente con el valle del último estero y hacia el este, continúa (?) por la quebrada del Vaquero hacia el cerro Los Peumos, en cuya ladera norte y por el camino de acceso a la hacienda Las Palmas, es posible observar el desarrollo de una esquistosidad dinámica relicta en los granitoides que allí afloran (Ossa, M., op-cit).

GEOMORFOLOGIA

El área de las localidades de Quilpué - Villa Alemana, desde el punto de vista geomorfológico, forma parte de la hoya hidrográfica del estero Viña del Mar, resultando éste, de la confluencia de los esteros Quilpué y Marga-Marga al sureste del Jardín Botánico. En general, corresponde a una topografía de carácter madura, con cerros redondeados y bajos, alcanzando alturas variables entre 350 y 480 m.s.n.m al norte de Quilpué, disminuyendo hacia el este (Limache) hasta el orden de 250 m; al sur de Quilpué e inmediatamente del estero Marga-Marga, los cerros se presentan igualmente redondeados y gastados, no sobrepasando los 370 m. de altura.

Los principales esteros que drenan el área de Quilpué - Villa Alemana, son el Quilpué, Marga-Marga y Las Palmas, este último tributario del Marga-Marga, que conjuntamente con quebradas y arroyos tributarios de ellos, conforman una red de drenaje de tipo dendrítico.

El área en que se desarrollan los lavaderos Paso Hondo, Los Perales, Pompeya oeste y este, y Villa Olímpica, se ubica entre los esteros Quilpué y Marga - Marga por el oeste, extendiéndose hacia el este, hasta Colinas de Oro-Aero-- puerto El Belloto (Fig. 2), área que morfológicamente corresponde a una terraza constituida por estratos sedimentarios de carácter deltaico (Alvarez , L. op cit), depositados sobre granito de biotita, que aflora los lavaderos - Villa Olímpica, Pompeyas este y oeste, en algunos sectores y al este de Quilpué y al norte del estero de igual nombre; remanentes de la terraza quedan - en la Población Almirante Soublette y entre la Población Enap y el fundo El Carmen al norte del estero Quilpué (Fig. 2).

La terraza se presenta disectada por suaves quebradas en el sector comprendido entre las poblaciones Colinas de Oro y Almirante Soublette, área en la -- que por erosión fue eliminada, permitiendo que aflore el granito de biotita totalmente alterado in situ, conformando un regolito de maicillo (Fig. 2).

La distribución actual de la terraza es variable en cuanto a su ocurrencia - morfológica horizontal y a la distribución vertical de los sedimentos que - la componen. Así, al observar los perfiles A-A' a C-C' de la figura 2 , se observa de oeste a este el siguiente comportamiento:

- Sector Paso Hondo - Jardín Botánico (sección A-A'), los sedimentos que la constituyen se disponen desde los 150 m.s.n.m en la zona del túnel del ferrocarril a Valparaíso, hasta los 200 m de altura en el Jardín Botánico y hacia el norte, aproximadamente 300 m al sur de Paso Hondo, desde la cota -- 110 m ; en todo este sector la terraza descansa sobre rocas intrusivas mostrando una columna sedimentaria de a lo menos 50 m de potencia.

- Sector lavaderos Pompeyas, Los Perales y Avenida Los Carrera (sección - B-B'), los sedimentos alcanzan un espesor máximo de 100 m en la zona de la población Valencia - Estero Quilpué, descansando sobre rocas intrusivas.

- Sector lavadero Villa Olímpica - Fundo El Carmen (sección C-C'), los sedimentos han sido fuertemente erosionados en comparación con los sectores antes citados, de manera que dejan ver en la terraza el regolito de maicillo-

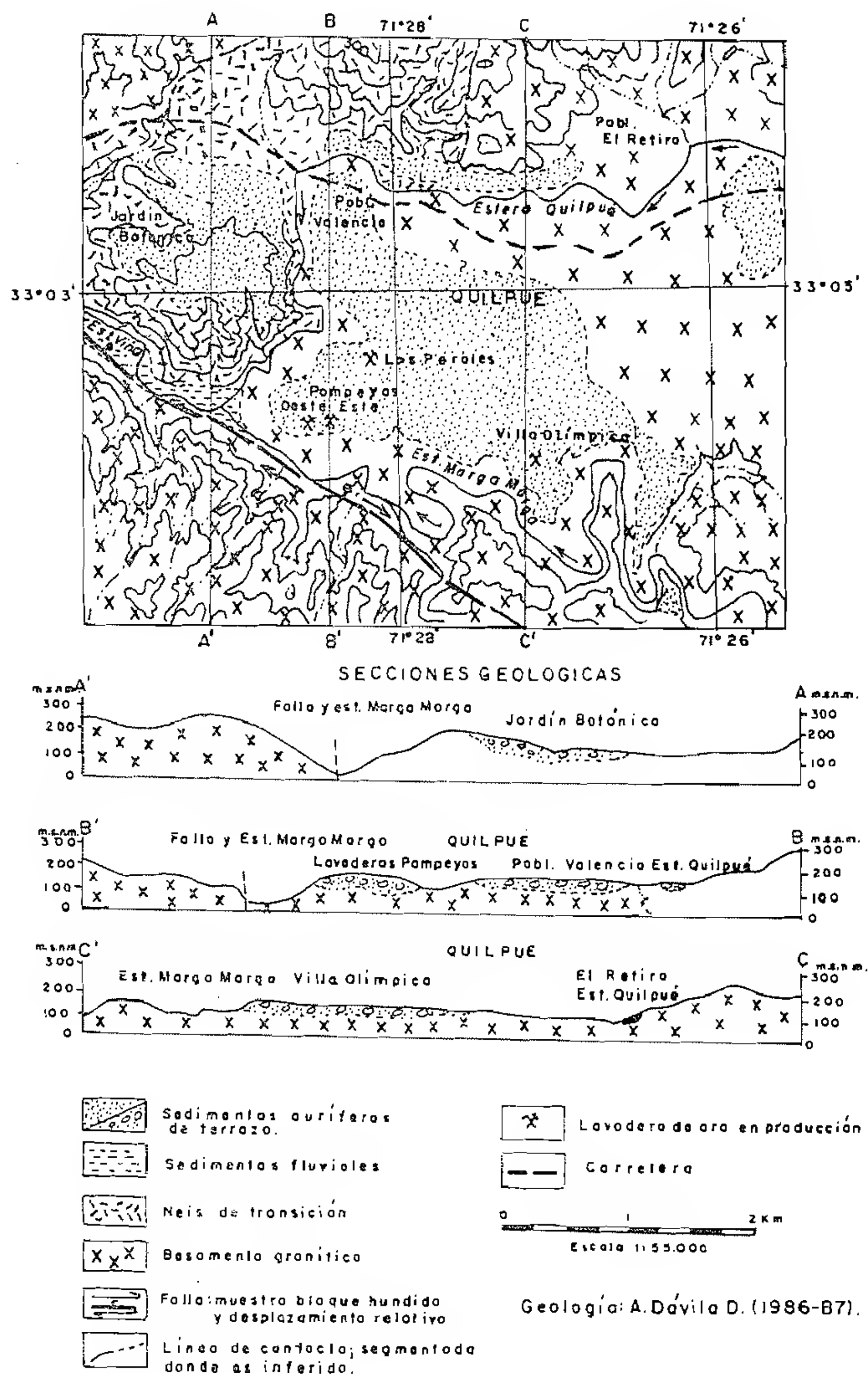


Fig. 2.- Mapa geológico-geomorfológico y secciones del área de Quilpué.

del granito basal, conservándose en el lavadero de Villa Olímpica alrededor de 30 m de sedimentos, que desaparecen por erosión hacia la ciudad de Quilpué.

Remanentes de la terraza se observan en el sector de la población Soublette Aeródromo El Belloto y al norte del estero Quilpué entre las poblaciones El Retiro y Enap. En ambos casos, el sedimento que constituye la terraza corresponde a una grava media a gruesa con clastos subangulosos, distribuidos en una matriz arenosa.

GEOLOGIA DE LOS PALEOPLACERES

En el área en la que se ubican los paleoplaceres de Marga-Marga, afloran estratos sedimentarios en aparente concordancia, posición horizontal a sub-horizontal y carácter lenticular, siendo éste más marcado en aquellos estratos más cercanos al basamento o circa, sobre el cual descansan en discordancia de erosión. En general los estratos superiores presentan una mayor continuidad horizontal por disminución del carácter lenticular, sin embargo, aquellos cercanos a la circa o basamento, se presentan tanto horizontales como con leves inclinaciones de 5° a 9° hacia el SW o SE, variando su dirección. Así, en el lavadero Pompeya Este, y en estratos cercanos al basamento, es posible medir direcciones de N10°E/5°SE y N50°W/5°SW, dando la impresión de constituir un suave anticlinal, que hacia el sur de este lavadero desaparece por no depositación de los sedimentos y ocurrencia del basamento granítico conservando el regolito de maicillo, que lo caracteriza en los lugares donde aflora cerca de la costa.

Este basamento o circa que aflora en los lavaderos contemplados en este estudio, sea que corresponda al granito Paleozoico (Corvalán, J., Dávila, A., op cit) o al neis de transición (Alvarez, L., op cit) es una roca constituida por cuarzo muy fracturado, ortoclasa, biótita doblada y alterada y escasa a nula proporción de anfíbola, todos ellos de alrededor de 3 mm, situación que contrasta con las rocas que afloran en el curso del estero Marga-Marga y al sureste de Villa Olímpica, en que se reconoce una tonalita de anfíbola y biotita sin alterar, lo que induce a sospechar que corresponde a pequeños stock o apófisis de rocas intrusivas más nuevas que Paleozoico (Dávila, A. y Valen

zuela, G. en Ossa M, op cit) que afectan al batolito Paleozoico y que en algunos sectores presenta vetas de cuarzo aurífero (Dávila, A. en Ossa. M. op cit).

Los estratos sedimentarios depositados sobre la circa o basamento, corresponden principalmente a gravas que gradan de gruesas a medias y arenas en general finas a gruesas, siendo más frecuente aquellas de tamaño medio.

Columna estratigráfica

La secuencia de los estratos de Quilpué, está constituida por 10 unidades signadas de base a techo U_1 a U_{10}, descansando U_1 en discordancia de erosión sobre la roca basal o circa; estas unidades fueron definidas casi en su totalidad en los lavaderos Pompeyas este y oeste, donde presentan su mejor exposición.

Base : Granito de biotita de edad Paleozoico (Corvalán, J.y Dávila, A. op cit), o neis de transición (Alvarez, L. op cit). Discordancia de erosión (Ossa, M. op cit).

Unidad U_1 : Se reconoce en los lavaderos Paso Hondo, Perales, Pompeyas y Villa Olímpica, con una potencia variable entre 1,72 m y 3,15 m, sin considerar intercalaciones lenticulares de arenas cuarzo-feldespáticas o "tiza", muy irregulares en su extensión y continuidad.

Corresponde a una grava muy gruesa constituída por 80% de bolones en una matriz de fragmentos líticos variable entre 20 % y 10 % y escaso cemento arcilloso. La fracción mayor de bolones redondeados se concentra en el piso del estrato, presentando un tamaño variable entre 0,44 m y 1,15 m; litológicamente son granitos de biotita de grano grueso asociados con escasos fragmentos de neis de carácter redondeado, redondeamiento que se debe a descomposición esferoidal de las rocas y no a fenómenos de transporte (Ossa, M. op cit). La matriz está constituida por fragmentos de granitos de biotita alterados y escasos fragmentos de anfibolitas y esquistos, variables 5 y 25 cm en tamaño ; en general los constituyentes de la matriz son subredondeados a levemente redondeados y están cementados por restos de cristales de cuarzo, feldespato y biotita, esta última alterada a limonita, cementados por escasa arcilla, lo que hace que la unidad sea muy deleznable.

Hacia la parte central de esta unidad, se intercala un lente de arena media a gruesa, color blanco, conocido como "tiza" constituida por 40 % de cuarzo hialino y lechoso, 20% de asociación cuarzo-ortoclasa, 22% de ortoclasa, - 10% de biotita levemente alterada a limonita, 12% de fragmentos graníti-- cos y 2% de anfíbola, que presentan características de subredondeamiento.

Unidad U_2 : Grava gruesa color amarillo café pálido, de 0,54 m a 0,65 m de potencia, constituida por un 50% de fragmentos subredondeados de granito de biotita y de escasos neiss, de tamaño variable entre 6 cm y 29 cm, rodeados de una matriz fragmental y arenosa, en que los clastos varían entre 2 y 5 cm, subredondeados y algunos redondeados; la fracción fragmental de la matriz constituye un 27 % de ella y el resto corresponde a arena media a gruesa, también denominada "maicillo", constituida por 50% de cuarzo hialino y lechoso, 20% de ortoclasa, 5% de biotita, 4% de anfíbola y 20% de -- restos de roca representados por asociaciones cuarzo-ortoclasa y epidota - cuarzo-ortoclasa, que en general son subredondeados con buena a regular esfericidad. Los clastos que constituyen la matriz corresponden a grantito - de biotita en parte alterados, neiss, aplitas, gabros y metareniscas, siendo más abundante las aplitas.

Unidad U_3 : Corresponde a arena media con 50,7 % de material variable entre 0,2 y 1 mm, 10,4 % entre 1 y 2 mm, 16,1 % de 0,2 a 0,1 mm. 10,4 % entre 0,1 y 0,06 mm y 12,4 % inferior a 0,06 mm, ubicándose la fracción de mayor tamaño en la base de la unidad, que presenta un espesor de 0,7 m . Los componentes de la unidad, subangulosos a subredondeados y esfericidad regular a buena, corresponden a 42 % de cuarzo hialino y lechoso, 23% de ortoclasa, 6% de biotita, 4% de anfíbola, 3% de muscovita y 22 % de - restos de roca representados por las asociaciones cuarzo-ortoclasa y cuarzo ortoclasa-biolita.

Unidad U_4 : Corresponde a un sedimento del tipo arena, color café pálido, de 0,88 m de potencia, constituido por 29,2 % de arena gruesa, 33,8 % de - tamaño medio, 13,1 % de fina, 11,3% de material muy fino y 12,5 % de - limo - arcilla. Los constituyentes corresponden en promedio a 28% de cuarzo hialino y lechoso, 20 % de ortoclasa, 5% de biotita, 3 % de anfíbola,

1% de epidota y 43 % de fragmentos representados por las asociaciones cuarzo ortoclasa-biotita y ortoclasa - muscovita, presentando formas subredondeadas con esfericidad regular a buena.

Unidad U_5 : Arena fina a media, arcillosa, color verde suave y potencia de 0,64 m, constituido por 34,5 % de arena de tamaño medio, 30,5 % de material fino, 9,4 % de arena muy fina y 25,6 % de fracción limo-arcilla. Los componentes de este estrato corresponden a 48 % de cuarzo hialino y lechoso, 20% de ortoclasa, 1,5 % de biotita, 1% de epidota, 3,4% de asociación cuarzo-ortoclasa, 0,1 % de anfíbola-cuarzo y 26% de aglomerado arcilloso-cuarzo-ortoclasa, todos con formas subredondeadas y esfericidad regular a buena.

Unidad U_6 : Grava media gruesa, lenticular, color gris claro y 2,0 2 2 , 2 m de potencia, constituida aproximadamente por 70 % de clastos de tamaño variable entre 5 y 10 cm y escasos de 15 cm, distribuídos en una matriz -- fragmental y arenosa, pobremente cementada por arcilla. Los fragmentos mayores son de carácter subredondeado y corresponden a escasos clastos de lavas afaníticas negras, fragmentos de cuarzo lechoso subredondeados, metare-- nisca color café en parte filitizada y alterada, granito de biotita alterado a limonita y arcilla y aplitas cuarzo-feldespáticas con escasa biotita.. La matriz está constituida por fragmentos de tamaño variable entre 2 y 4 cm, de igual composición que la fracción mayor, de formas subredondeadas, a excepción del cuarzo lechoso que es anguloso y por un 48,2 % de arena gruesa, 41,0 % de tamaño medio, 5,7 % de material fino, 2,8 % de arena muy fina, y 2,3 % de fracción limo-arcilla.

La fracción arenosa de la matriz está constituida por 43 % de cuarzo cristalino, y lechoso, 25 % de ortoclasa fresca en parte alterada, 8% de biotita, 6 % de anfíbola, 3% de epidota, 2% de muscovita y 13% de las asociaciones cuarzo-ortoclasa y ortoclasa-anfíbola, mostrando todos ellos formas sub-angulosas a subredondeadas y esfericidad regular a buena.

Unidad U_7: Arena media a fina, color café suave y potencia de 0,95 cm; presenta estratificación cruzada de bajo ángulo y fragmentos de cuarzo lechoso en la base. Está formada por 45 % de arena media, 17,7 % de arena fi-

na, 6,7 % de muy fina y 30,6 % de limo-arcilla, correspondiendo en promedio a 62 % de cuarzo cristalino y lechoso, 22 % de ortoclasa, 6 % de biolita, 7% de anfíbola, 2% de epidota y 1% de magnetita, presentando caracterís ticas subangulosas a subredondeadas con buena esfericidad.

Unidad U_8 : Arena media a gruesa, color verde claro y 0,45 m de potencia que varía lateralmente debido a su lenticularidad; está constituido por -- 24,4 % de arena gruesa, 42,5 % de arena media, 14,4 % de material fino 9,3 % de fracción muy fina y 9,4 % de tamaño limo-arcilla. Los constituyentes corresponden en promedio a 37% de cuarzo cristalino y lechoso, 15% de ortoclasa, 6 % de biotita, 5% de anfíbola, 2% de epidota y 35 % de asociación biotita-cuarzo-ortoclasa, presentando todos formas subangulares a subredondeadas con buenas esfericidad.

Unidad U_9 : Arena fina a muy fina,arcillosa, color café pálido y marcado carácter lenticular, que hace que su potencia de 2,2 m varíe lateralmente. Está constituida por 8,2 % de arena media, 29,6 % de arena fina, 38,2 % de fracción muy fina y 24% de limo-arcilla. Los elementos que constituyen en promedio esta unidad son un 50 % de cuarzo cristalino y lechoso, 25 % de biotita, 20% de ortoclasa, 12% de anfíbola, 1% de epidota y 2% de aglomerados arcillosos con cuarzo-ortoclasa-biotita, componentes de tipo sub - angular a subredondeados de buena esfericidad. En esta unidad se han encontrado restos de troncos fósiles, totalmente silicificados y con evidencias de transporte.

Unidad U_{10} : Grava gruesa, color blanco ocre pálido, de 2,0 m de espesor y carácter lenticular hacia el este, presentando su mayor desarrollo hacia el oeste; esta grava representa el techo de la secuencia sedimentaria presente en los lavaderos Pompeyas este y oeste, disponiéndose sobre ella el suelo vegetal que conforma la terraza. En general está constituida por - aproximadamente un 30 % de fragmentos líticos distribuidos en dos fracciones, una de las cuales corresponde a un 7% de clastos de 12 a 27 cm y el 23 % restante a la fracción 4 a 10 cm. algunos fragmentos son elongados y presentan orientación, ubicándose de preferencia en la sección media de la unidad.

Litológicamente los clastos corresponden a andesitas afaníticas oscuras, metareniscas en parte filitizadas y alteradas, granito de biotita alterado, - aplitas cuarzo-feldespáticas, cuarzo lechoso y epidota, todos con formas -- subredondeadas. La matriz está conformada por 37 % de arena de tamaño medio, 12,1 % de arena fina, 24,4 % de tamaño muy fino y 26,5 % de limo - arcilla, fracción última que actúa como cemento, las que en general corresponden a 55 % de cuarzo cristalino y lechoso, 34 % de ortoclasa, 4 % de magnetita, 3 % de biotita, 2 % de epidota, 1,5 % de anfíbola y 0,5 % de muscovita, minerales que presentan formas subangulosas a subredondeadas y buena esfericidad.

2.3.2. Ambiente de Depositación

Los estratos sedimentarios que constituyen la secuencia estratigráfica de los lavaderos de Quilpué, presentan como característica gene-- ral una lenticularidad de ellos, principalmente aquellos del tipo -- grava, concentrándose éstos al norte de los lavaderos Pompeya y hacia el sector de Paso Hondo, donde las intercalaciones de materiales finos (arenas - limos - arcilla) son escasas, quedando concentrada - en dicho sector la depositación de los materiales gruesos, distribuyéndose los materiales más finos hacia el interior (Villa Alemana) y hacia el este-sureste de Paso Hondo (Colinas de Oro), evidenciando - de esta forma un ambiente de mayor energía en el área de Paso Hondo - y de menor hacia Villa Alemana, durante el proceso de depositación y sedimentación de los estratos.

La cuenca de depositación, posiblemente esté relacionada con la fa-- lla Marga-Marga que se situaría a fines de Jurásico (Alvarez L. op cit), reactivándose en el Mioceno (Corvalán, J. com-verbal) y hasta el Cuaternario. Según Alvarez L. (op cit), el salto vertical de la falla desde el Pleistoceno es de 90-100 m. lapso de tiempo en el - cual se habría depositado la secuencia sedimentaria de los lavaderos, sobre una paleotopografía que conforme a lo mostrado en la Fig.

N° 2 habría estado cerrada por rocas del basamento en el sector de Paso Hondo-Lavaderos Pompeya, o sea, hacia el oeste; los límites - norte y sur de la cuenca de depositación lo constituían cerros la brados en rocas del basamento metamórfico y granítico; el aporte de los materiales mediante régimen fluvial habría sido desde el es te y el posible desague de la cuenca, que inicialmente corresponde ría a un gran meandro, habría estado por el margen sur, conectándo se al estero Marga-Marga (Ossa M., op cit).

Simultáneamente con la depositación de la secuencia sedimentaria de Quilpué, se habrían depositado al oeste de Paso Hondo y por el ré- gimen del estero Marga-Marga, materiales en un ambiente estuarial , (Alvarez,L op cit) que engranan con los sedimentos de Quilpué, o- sea son sincrónicos en edad, y ello, según el citado autor habría ocurrido en el Plio-Pleistoceno, conjuntamente con sedimentación - marina, reconocida ésta entre Viña del Mar y Concón Alto.

Los sedimentos de Quilpué una vez avanzado el proceso de deposita-- ción fluvial que niveló el fondo de la cuenca, fueron depositados - en un ambiente de transición tipo deltaico con desarrollo de estra- tificación cruzada de ángulo bajo y depositación de restos vegeta-- les, fósiles con evidencias de transportes. Con posterioridad, es tos estratos fueron levantados por procesos tectónicos post-deposi- tacionales, que los dejaron expuestos a erosión, la que ha elimina- do la totalidad de la secuencia sedimentaria entre Villa Alemana y Quilpué.

REFERENCIAS

Thomas H. (1958) : Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga. Boletín N° 2 Instituto de Investigaciones Geológicas. Chile.

Alvarez L. (1964) : Geología del área Valparaíso - Viña del Mar. Boletín N° 16. Instituto de Investigaciones Geológicas Chile.

Corvalán J., Dávila A. : (1964) : Observaciones geológicas en la Cordillera de la Costa, entre los ríos Aconcagua y Mataquito. Resúmenes N° 9. Sociedad Geológica de Chile. Chile.

Corvalán J., Munizaga F. : (1972) : Edades radiométricas de rocas intrusivas y metamórficas de la hoja Valparaíso-San Antonio. Boletín N° 28. Instituto de Investigaciones Geológicas. Chile.

Ossa M. (1987) : Caracterización del depósito aurífero Marga-Marga, Quilpué. Trabajo de Titulación. Departamento de Minas. Facultad de Ingeniería. Universidad de Santiago de Chile. Chile.